

(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С  
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
Международное бюро



(43) Дата международной публикации:  
4 июля 2002 (04.07.2002)

(10) Номер международной публикации:  
**WO 02/052064 A1**

(51) Международная патентная классификация<sup>7</sup>:  
C23C 24/04

(21) Номер международной заявки: PCT/RU01/00350

(22) Дата международной подачи:  
23 августа 2001 (23.08.2001)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:  
2000122331 25 августа 2000 (25.08.2000) RU

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме  
(US): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ  
ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ ОБНИНСКИЙ  
ЦЕНТР ПОРОШКОВОГО НАПЫЛЕНИЯ  
[RU/RU]; 249020 Калужская обл., Обнинск, ул.  
Курчатова, д. 21, кв. 1146 (RU) [OBSHCHESTVO S  
OGRANICHENNOI OTVETSTVENNOSTIJU  
OBNINSKY TSENTR POROSHKOVOGO  
NAPYLENIYA, Obninsk (RU)].

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели/Заявители (только для (US): КАШИ-  
РИН Александр Иванович [RU/RU]; 249034  
Калужская обл., Обнинск, пр. Маркса, д. 51, кв. 87  
(RU) [KASHIRIN, Aleksandr Ivanovich, Obninsk  
(RU)]. КЛЮЕВ Олег Фёдорович [RU/RU]; 249020  
Калужская обл., Обнинск, ул. Кончаловского, д. 7,

кв. 35 (RU) [KLJUEV, Oleg Fedorovich, Obninsk  
(RU)]. ШКОДКИН Александр Викторович  
[RU/RU]; 249020 Калужская обл., Обнинск, ул.  
Гагарина, д. 63, кв. 41 (RU) [SHKODKIN, Alek-  
sandr Viktorovich, Obninsk (RU)].

(74) Агент: ВЕЛИЧКО Наталья Николаевна; 249020  
Калужская обл., Обнинск, а/я 452 (RU)  
[VELICHKO, Natalja Nicolaevna, Obninsk (RU)].

(81) Указанные государства (национально): AL, AU,  
BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GD, GE,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR,  
LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG,  
SI, SK, SL, TR, UA, US, VN, YU.

(84) Указанные государства (регионально): ARIPO па-  
тент (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZW), евразийский патент (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LU, MC, NL, PT, SE, TR), патент OAPI (BF, BJ,  
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

Опубликована

С отчётом о международном поиске.

В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и дру-  
гих сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям»,  
публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюл-  
летеня РСТ.

(54) Title: COATING METHOD

(54) Название изобретения: СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

(57) Abstract: The inventive method relates to the application of metallic coatings on surfaces of articles and can be used for producing and repairing pressurised articles or articles which have high corrosion resistance, heat resistance and other qualities. The inventive method consists in pre-heating compressed air to a temperature of 400 °C-700 °C, forming a high-speed airflow in a supersonic nozzle, accelerating up and applying powder material on the surface of article. Said powder material is embodied in the form of a mechanical mixture of metallic powders of at least two metals one of which is a zinc powder corresponding to 20-60 % of the total weight of the metallic powder. The zinc and compressed air heated to a specified temperature assure high performance of the method and make it possible to produce coatings exhibiting a low gas permeability and a high adhesion to a bottom layer.

[Продолжение на след. странице]



---

**(57) Реферат:**

Способ предназначен для получения металлических покрытий на поверхности изделий, в частности при изготовлении и ремонте изделий, требующих герметичности, повышенной коррозионной стойкости, жаростойкости и других качеств. Способ включает в себя предварительный нагрев сжатого воздуха до температуры 400 – 700°C, формирование в сверхзвуковом сопле высокоскоростного воздушного потока, ускорение этим потоком и нанесение на поверхность изделия порошкового материала, представляющего собой механическую смесь керамического металлического порошков, причем в качестве металлического порошка используют смесь порошков, по крайней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-60% от общего веса металлического порошка. Наличие в порошковом материале цинка и нагрев сжатого воздуха до указанной температуры обеспечивают получение с высокой производительностью покрытий, обладающих низкой газопроницаемостью и высокой прочностью сцепления с подложкой.

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

5           Изобретение относится к технологии получения покрытий на поверхности изделий, а именно к способам получения покрытий с использованием неорганического порошка, и может быть использовано в различных отраслях машиностроения, в частности при изготовлении и ремонте изделий, требующих герметичности, повышенной коррозионной  
10   стойкости, жаростойкости и других качеств.

В настоящее время известно несколько способов газодинамического нанесения металлических покрытий, особенностью которых является ускорение частиц сверхзвуковым газовым потоком без использования каких-либо горючих газов или жидкостей.

15           Например, известен способ получения покрытий путем нанесения ускоренного сверхзвуковым газовым потоком порошка алюминия (Авт. свид. СССР № 1618782, кл. С 23 С 26/00). Основным недостатком этого способа является низкая эффективность, обусловленная тем, что используются холодные частицы алюминия, которые ускоряются до сравнительно небольших скоростей, в силу чего на подложке может закрепиться  
20   лишь небольшое количество частиц, что ведет к увеличению расхода порошкового материала и времени получения покрытия.

Известны также способы получения покрытий, включающие нанесение на подложку (основу) порошков металлов, введенных в газовый  
25   поток и ускоренных вместе с газовым потоком в сверхзвуковом сопле (авт. свид. СССР № 1618778, кл. С 23 С 4/00; патент ЕР 0484533; опубл. 13.05.90; патент US 5302414, опубл. 12.04.1994). В этих способах обеспечивается ускорение частиц порошка до более высоких скоростей (до

1200м/с). Способ в ряде случаев позволяет получать покрытия с повышенной прочностью сцепления с подложкой и невысокой пористостью.

Однако низкую газопроницаемость покрытий удастся достичь только при очень малой эффективности напыления (низком коэффициенте напыления). Кроме того, эти способы сравнительно дороги и технически сложны, так как для их реализации необходимо использовать дорогостоящие газы (например, гелий) и высокие давления рабочего газа (15-20 атм). Это значительно увеличивает стоимость оборудования и усложняет технологию нанесения покрытий. Поэтому эти способы мало используются в промышленности.

В другом известном способе покрытия получают путем ускорения газовым потоком, предварительно подогретым до 20-320°C, механической смеси частиц (патент РФ № 2082823, кл. С 23 С 24/04, заявл. 17.06.91, опубл. 27.06.97, БИ 18). В данном способе существенно ограничена температура подогрева газа и скорость газового потока (число Маха меньше 2). В силу этого указанный способ не обеспечивает возможность формирования с высокой производительностью высокогерметичных покрытий.

Известен также получения покрытий путем использования металлического порошка, состоящего из нескольких компонентов, и ускоряемого до сверхзвуковых скоростей в потоке газа-носителя, нагретого до температуры 0,3-0,9 температуры начала образования жидкой фазы (патент РФ № 2062820, кл. С 23 С 24/04, заявл. 20.05.94, опубл. 27.06.96, БИ 18). При этом, используя, в частности, смесь меди с цинком, удастся получать хорошую электропроводность и износостойкость покрытий. Существенным недостатком этого способа является то, что получаемые покрытия имеют низкую прочность сцепления с подложкой, а технология получения покрытия усложнена необходимостью его нанесения под определенным углом к поверхности.

## **Missing at the time of Publication**

используют смесь порошков, по крайней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-60% от общего веса металлического порошка, при этом воздух предварительно нагревают до температуры 400 – 700 °С.

В зависимости от материала подложки и условий эксплуатации покрытия в металлическом порошке наряду с порошком цинка используют, в частности, порошок алюминия, меди или их механическую смесь.

В качестве керамического порошка целесообразно использовать порошки, имеющие размер частиц 5-50 мкм.

В качестве керамического порошка наиболее целесообразно использовать порошки оксида алюминия, карбида кремния или их смеси.

Сравнительный анализ показал, что заявляемый способ отличается от прототипа тем, что используется металлический порошок, содержащий порошок цинка в количестве 20-60%, а также тем, что сжатый воздух подогревают до более высокой температуры, а именно, до 400-700°С.

Сущность заявляемого способа состоит в следующем.

Хорошо известно, что при использовании для нанесения покрытий смеси порошков разных металлов можно получать специальные требуемые свойства покрытий, например, повышенную износостойкость или электропроводность покрытий (патент РФ № 2062820, кл. С 23 С 24/04, заявл. 20.05.94, опубл. 27.06.96, БИ 18).

Поскольку газопроницаемость покрытий зависит в основном от структуры границ между частицами в покрытии, то для получения более плотного контакта между частицами можно было бы в состав напыляемого порошкового материала включить металл, обладающий высокой пластичностью, например цинк, как один из наиболее дешевых и доступных. Однако, как показывает практика газотермического напыления покрытий (Хасуй А., Техника напыления, М.: Машиностроение, 1975, с. 176), цин-

115 ковые покрытия отличаются повышенной газопроницаемостью по сравнению, например, с алюминиевыми покрытиями.

Тем не менее, у покрытий, получаемых газодинамическими методами, структура границ между частицами может сильно отличаться от аналогичной структуры у типичных газотермических методов. Поэтому  
120 использование цинка могло дать положительный результат. Однако в литературе на момент создания данного изобретения отсутствовала какая-либо информация о том, способствует ли присутствие цинка в напыляемом газодинамическими методами порошковом материале уменьшению газопроницаемости покрытий и какое количество цинка должно присутствовать в порошковом материале для обеспечения хорошей герметичности покрытия и высокой прочности его сцепления с подложкой.  
125

Точно также была неизвестна информация и об оптимальном диапазоне температур нагрева сжатого газа, которым ускоряются частицы порошка. Исходя из того, что с повышением температуры пластичность цинка увеличивается (что должно способствовать получению более тесных границ между частицами в покрытии), температуру газа следовало бы повышать. Тем не менее, существующий опыт (Патент РФ № 2062820, кл. С 23 С 24/04, заявл. 20.05.94, опубл. 27.06.96, БИ 18) показывал, что  
130 при использовании порошковой смеси, содержащей цинк, при температуре газа 400°C и выше происходит интенсивное налипание порошка на стенки сопла.  
135

Таким образом, заранее было неизвестно и неочевидно, в какой степени присутствие цинка в покрытии будет способствовать уменьшению его газопроницаемости, какое количество цинка в порошковом материале и какая температура подогрева рабочего газа являются оптимальными для получения герметичных покрытий с низкой газопроницаемостью и высокой прочностью сцепления с подложкой (основой).  
140

Для получения ответов на эти вопросы были проведены специальные исследования. Было, в частности, обнаружено, что герметичность покрытий лишь в небольшой степени зависит от пористости покрытий. При низких значениях пористости, типичных для газодинамических покрытий, более важную роль играет структура границ (сплошность) между отдельными частицами, формирующими покрытие. Для получения покрытия с низкой газопроницаемостью необходимо обеспечить плотное примыкание частиц друг к другу, наиболее полное заполнение всех микропор (практически не влияющих на пористость) на границах между частицами.

Оказалось, что добавление в напыляемый порошковый материал цинкового порошка значительно уменьшает газопроницаемость покрытий. При этом было обнаружено, что увеличение температуры сжатого воздуха также способствует уменьшению газопроницаемости покрытий.

В результате проведенных исследований было обнаружено, что присутствие цинка в напыляемом порошковом материале при количестве менее 20% от общей массы металлического порошка обеспечивает лишь незначительное уменьшение газопроницаемости. При содержании цинка более 60% начинает значительно уменьшаться прочность сцепления покрытия с основой. Это обусловлено тем, что прочих равных условиях чисто цинковые покрытия обладают меньшей прочностью сцепления с подложкой, чем, в частности, чисто алюминиевые.

При напылении покрытий воздух перед подачей в сверхзвуковое сопло предварительно подогревают, увеличивая тем самым температуру сверхзвукового воздушного потока, которым порошок ускоряют в сверхзвуковом сопле. При этом, в зависимости от того, в какую часть сопла вводится порошок (в дозвуковую или сверхзвуковую), температуру подогрева воздуха выбирают так, чтобы частицы цинка, эффективно ускоряясь в сопле, одновременно разогревались потоком воздуха и увеличи-



вали свою пластичность. Эксперименты показали, что оптимальными температурами, до которых необходимо разогреть сжатый воздух перед подачей его в сверхзвуковое сопло, являются 400-700°C. Тогда при соударении с предыдущим слоем покрытия частицы цинка, разогретые и обладающие высокой скоростью и пластичностью, формируют более обширные пятна контакта с другими частицами, легче заполняют все микроуглубления на поверхности предыдущего слоя покрытия и микрозазоры между ранее закрепившимися частицами.

180 При более низкой температуре подогрева воздуха частицы цинка не успевают разогреться в сопле и остаются в малопластичном состоянии. При соударении таких частиц с покрытием (предыдущим слоем частиц), на границах между частицами остаются микрозазоры и не образуется достаточно сплошной и плотной структуры границ между частицами в 185 покрытии. Причем наличие или отсутствие подобной структуры границ практически не влияет на пористость покрытия. Кроме того, при уменьшении температуры подогрева воздуха уменьшается скорость воздушного потока, а следовательно, и скорость частиц порошка, что ведет к снижению вероятности закрепления частиц на подложке и, таким образом, к 190 повышенному расходу порошкового материала, увеличению времени нанесения покрытия и уменьшению производительности процесса.

При более высокой температуре подогрева воздуха на поверхности подложки начинают закрепляться и те частицы металла, которые в процессе удара по разным причинам деформировались слабо. При более низкой 195 температуре они не закреплялись на поверхности, а улетали, или легко сбивались с поверхности другими частицами. В случае закрепления таких частиц на поверхности подложки уменьшается прочность сцепления этого покрытия с подложкой. Кроме того, при чрезмерном повышении температуры подогрева воздуха цинковые частицы могут размягчаться настолько, что сильно увеличится вероятность налипания этих 200

частиц на внутренние стенки сопла, несмотря на присутствие в порошке керамических частиц.

Керамические частицы при взаимодействии с подложкой очищают ее от загрязнений и создают развитый микрорельеф поверхности, что  
205 обеспечивает увеличение прочности сцепления покрытия с подложкой. Кроме того, эти частицы ударяют по закрепившимся металлическим частицам и, вследствие высокой твердости керамики, дополнительно их деформируют и прессуют, уменьшая пористость покрытия и увеличивая площадь границ контакта между частицами в покрытии. Очень важным  
210 является и то, что частицы керамики в процессе движения в сопле очищают стенки сопла от налипающих на них частиц металла. Это позволило существенно увеличивать температуру рабочего газа, не опасаясь налипания частиц на стенки сопла.

Примеры конкретного использования приведены в таблице, в которой для сравнения показаны усредненные измерения различных характеристик покрытий, полученных заявляемым способом, при напылении порошков имеющих различный состав. Покрытия наносились с помощью устройства для газодинамического нанесения покрытий, обеспечивающего нагрев сжатого воздуха, подачу его в сверхзвуковое сопло, введение в  
220 сверхзвуковой поток и ускорение этим потоком порошкового материала. Содержание металлов приведено в процентах от общего веса металлического порошка в порошковом материале. Содержание керамического материала (оксида алюминия) везде составляло 30% от общего веса порошкового материала. Газопроницаемость измерялась на одинаковых образцах при толщине покрытия около 0,5 мм и перепаде давления 20 атм.  
225 Прочность сцепления покрытия с подложкой (адгезия) измерялась штифтовым методом.

Таблица

230

| Алюми-<br>ний<br>% | Медь<br>% | Цинк<br>% | Температу-<br>ра воздуха,<br>°C | Адгезия,<br>Мпа | Газопрони-<br>цаемость,<br>10 <sup>-3</sup> л/час | Порис-<br>тость<br>% |
|--------------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------------|---|----------------------|
| 100                | 0         | 0         | 600                             | 58              | 3   | 8                    |
| 80                 |           | 20        | 600                             | 50              | 0,05  | 5                    |
| 40                 |           | 60        | 600                             | 32              | <0,01   | 3                    |
| 60                 |           | 40        | 600                             | 41              | <0,01   | 3                    |
| 60                 |           | 40        | 400                             | 55              | 0,02  | 4                    |
| 60                 |           | 40        | 700                             | 35              | 0,01  | 5                    |
| 0                  | 50        | 50        | 600                             | 35              | 0,01  | 4                    |
| 20                 | 50        | 30        | 600                             | 45              | <0,01   | 4                    |
| 0                  | 80        | 20        | 600                             | 33              | 0,2   | 6                    |

Из таблицы видно, что наилучший результат достигается при со-  
 235 держании цинка в порошковом материале в количестве 20-60% от веса  
 металлического порошка и при предварительном подогреве сжатого воз-  
 духа до температуры 400-700°C.

Приведенные выше примеры конкретного использования показали,  
 что при реализации способа получают покрытия, обладающие низкой  
 газопроницаемостью и хорошей прочностью сцепления с подложкой.

Для получения качественных покрытий целесообразно использо-  
 240 вать в качестве керамического материала порошок керамики с частицами  
 размером 5-50 мкм. Если размер частиц керамики в порошке меньше  
 около 5 мкм, то они быстро тормозятся в заторможенном слое воздуха  
 перед подложкой. Имея низкую скорость соударения с подложкой, такие  
 частицы плохо очищают поверхность подложки и слабо уплотняют по-  
 245 крытия. При размере частиц более около 50 мкм - эффект противополож-  
 ный. Такие частицы производят слишком большой эрозионный эффект,  
 не только уплотняют формируемое покрытие, но и срезают большую его

часть. Это в итоге приводит к снижению эффективности процесса напыления в целом.

250 В качестве керамического материала удобно использовать карбид кремния или смесь карбида кремния с оксидом алюминия. Карбид кремния является более дорогим. Однако при высокоскоростных соударениях с подложкой частицы порошка карбида кремния светятся, давая, таким образом, возможность наблюдать пятно напыления. При выполнении  
255 различных работ (например, ремонтных) такая визуализация является очень удобной.

Способ отличается простотой, дешевизной, его можно использовать для ремонта различных изделий, например, деталей автомобилей, в частности автомобильных кондиционеров.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения покрытия, включающий ускорение в сверх-  
звуковом сопле потоком предварительно нагретого воздуха и нанесение на  
5 поверхность изделия порошкового материала, содержащего механическую  
смесь керамического и металлического порошков, отличающийся тем, что  
в качестве металлического порошка используют смесь порошков, по край-  
ней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-  
60% от общего веса металлического порошка, при этом воздух предвари-  
10 тельно нагревают до температуры 400 – 700°C
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве порошка  
другого металла используют порошок алюминия.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве порошка  
другого металла используют порошок меди.
- 15 4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве порошка  
другого металла используют механическую смесь порошков меди и алю-  
миния.
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что используется керамиче-  
ский порошок с размером частиц 5-50 мкм.
- 20 6. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве керамиче-  
ского порошка используют оксид алюминия.
7. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве керамиче-  
ского порошка используют карбид кремния.
8. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве керамиче-  
25 ского порошка используют механическую смесь порошков оксида алюми-  
ния и карбида кремния.

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.  
PCT/RU 01/00350

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C 24/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | RU 2062820 C1 (GERSHMAN IOSIF SERGEEVICH et al)<br>27.06.1996   | 1-8                   |
| A         | RU 2082823 C1 (MOSKOVSKY AVIATIONNY INSTITUT)<br>27.06.1997   | 1-8                   |
| A         | WO 91/19016 A1 (INSTITUT TEORETICHESKOI I PRIKLADNOI<br>MEKHANIKI SIBIRSKOGO OTDELENIYA<br>AKADEMII NAUK SSSR) (12.12.1991) | 1-8                   |
| A         | US 6139913 A (NATIONAL CENTER FOR MANUFACTURING SCIENCES)<br>October 31, 2000   | 1-8                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

25 December 2001 (25.12.2001)

Date of mailing of the international search report

10 January 2002 (10.01.2002)

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №  
PCT/RU 01/00350

## А. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

C23C 24/04

Согласно международной патентной классификации (МПК-7)

## В. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7:

C23C 24/00, 24/04, 4/00, 4/12, B05D 1/12

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):

## С. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

| Категория* | Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей  | Относится к пункту № |
|------------|--|----------------------|
| A          | RU 2062820 C1 (ГЕРШМАН ИОСИФ СЕРГЕЕВИЧ и др.) 27.06.1996   | 1-8                  |
| A          | RU 2082823 C1 (МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ) 27.06.1997   | 1-8                  |
| A          | WO 91/19016 A1 (ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР) 12 декабря 1991 (12.12.1991) | 1-8                  |
| A          | US 6139913 A (NATIONAL CENTER FOR MANUFACTURING SCIENCES) October 31, 2000   | 1-8                  |

☐ последующие документы указаны в продолжении графы С.

☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

\* Особые категории ссылочных документов:

A документ, определяющий общий уровень техники

E более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

O документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

P документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

T более поздний документ, опубликованный после даты

приоритета и приведенный для понимания изобретения

X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень

Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

& документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска: 25 декабря 2001 (25.12.2001)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 10 января 2002 (10.01.2002)

Наименование и адрес Международного поискового органа:

Федеральный институт промышленной собственности

Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1

Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

И. Пойменова

Телефон № (095)240-25-91





(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С  
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

ИСПРАВЛЕННЫЙ ВАРИАНТ

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
Международное бюро



(43) Дата международной публикации:  
4 июля 2002 (04.07.2002)

РСТ

(10) Номер международной публикации:  
WO 02/052064 A1

(51) Международная патентная классификация <sup>7</sup>:  
C23C 24/04

(21) Номер международной заявки: РСТ/RU01/00350

(22) Дата международной подачи:  
23 августа 2001 (23.08.2001)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:  
20001122331 25 августа 2000 (25.08.2000) RU

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме  
(US): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТ-  
ВЕТСТВЕННОСТЬЮ ОБНИНСКИЙ ЦЕНТР  
ПОРОШКОВОГО НАПЫЛЕНИЯ [RU/RU];  
249020 Калужская обл., Обнинск, ул. Курчатова, д.  
21, оф. 114 В (RU). [OBSHCHESTVO S OGRANI-  
CHENNOI OTVETSTVENOSTJU OBNINSKY  
TSENTR POROSHKOVOGO NAPIYLENIA,  
Obninsk (RU)].

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели/Заявители (только для (US):  
КАШИРИН Александр Иванович, [RU/RU]  
249034 Калужская обл., Обнинск, пр. Маркса, 51, 87  
(RU). KASHIRIN, Aleksandr Ivanovich, Obninsk

(RU). КЛЮЕВ Олег Федорович, [RU/RU]  
249020, Калужская обл., Обнинск, Кончаловского,  
д. 7, кб. 35 (RU). KLJUEV, Oleg Fedorovich,  
Obninsk (RU). ШКОДКИН Александр Викто-  
рович, 249020 Калужская обл., Обнинск, ул.  
Гагарина, д. 63, кв.41 (RU) [SHKODKIN  
Aleksandr Viktorovich, Obninsk (RU)].

(74) Агент: ВЕЛИЧКО, Наталья Николфевна; 249020  
Калужская обл., Обнинск, а/я 452 (RU)  
[VELICHKO Natalja Nicolaevna, Obninsk (RU)].

(81) Указанные государства (национально): AL, AU,  
BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, EGD, GE,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, KZ, LC, LK,  
LR, LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO,  
SG, SI, SK, SL, TR, UA, US, VN, YU.

(84) Указанные государства (регионально): ARIPO па-  
тент (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ,  
UG, ZW), евразийский патент (AM, AZ, BY, KG,  
KZ, MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT,  
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,  
LU, MC, NL, PT, SE, TR), патент OAPI (BF, BJ,  
CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE,  
SN, TD, TG).

Опубликована

С отчетом о международном поиске.

[Продолжение на след. странице]

(54) Title: COATING METHOD

(54) Название изобретения: СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

(57) Abstract: The inventive method relates to the application of metallic coatings on surfaces of articles and can be used for producing and repairing pressurised articles or articles which have high corrosion resistance, heat resistance and other qualities. The inventive method consists in pre-heating compressed air to a temperature of 400 °C-700 °C, forming a high-speed airflow in a supersonic nozzle, accelerating up and applying powder material on the surface of article. Said powder material is embodied in the form of a mechanical mixture of metallic powders of at least two metals one of which is a zinc powder corresponding to 20-60 % of the total weight of the metallic powder. The zinc and compressed air heated to a specified temperature assure high performance of the method and make it possible to produce coatings exhibiting a low gas permeability and a high adhesion to a bottom layer.

[Продолжение на след. странице]



(48) Дата публикации настоящего исправленного варианта: 24 июля 2003

(15) Информация об исправлении:  
См. Бюллетень РСТ № 30/2003 от 24 июля 2003, Раздел II-

*В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и других сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям», публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюллетеня РСТ.*

---

(57) Реферат: Способ предназначен для получения металлических покрытий на поверхности изделий, в частности при изготовлении и ремонте изделий, требующих герметичности, повышенной коррозионной стойкости, жаростойкости и других качеств. Способ включает в себя предварительный нагрев сжатого воздуха до температуры 400 – 700°C, формирование в сверхзвуковом сопле высокоскоростного воздушного потока, ускорение этим потоком и нанесение на поверхность изделия порошкового материала, представляющего собой механическую смесь керамического металлического порошков, причем в качестве металлического порошка используют смесь порошков, по крайней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-60% от общего веса металлического порошка. Наличие в порошковом материале цинка и нагрев сжатого воздуха до указанной температуры обеспечивают получение с высокой производительностью покрытий, обладающих низкой газопроницаемостью и высокой прочностью сцепления с подложкой. 8 п.ф.

## СПОСОБ ПОЛУЧЕНИЯ ПОКРЫТИЙ

5           Изобретение относится к технологии получения покрытий на поверхности изделий, а именно к способам получения покрытий с использованием неорганического порошка, и может быть использовано в различных отраслях машиностроения, в частности при изготовлении и ремонте изделий, требующих герметичности, повышенной коррозионной  
10 стойкости, жаростойкости и других качеств.

В настоящее время известно несколько способов газодинамического нанесения металлических покрытий, особенностью которых является ускорение частиц сверхзвуковым газовым потоком без использования каких-либо горючих газов или жидкостей.

15           Например, известен способ получения покрытий путем нанесения ускоренного сверхзвуковым газовым потоком порошка алюминия (Авт. свид. СССР № 1618782, кл. С 23 С 26/00). Основным недостатком этого способа является низкая эффективность, обусловленная тем, что используются холодные частицы алюминия, которые ускоряются до сравни-  
20 тельно небольших скоростей, в силу чего на подложке может закрепиться лишь небольшое количество частиц, что ведет к увеличению расхода порошкового материала и времени получения покрытия.

Известны также способы получения покрытий, включающие нанесение на подложку (основу) порошков металлов, введенных в газовый  
25 поток и ускоренных вместе с газовым потоком в сверхзвуковом сопле (авт. свид. СССР № 1618778, кл. С 23 С 4/00; патент ЕР 0484533; опубл. 13.05.90; патент US 5302414, опубл. 12.04.1994). В этих способах обеспечивается ускорение частиц порошка до более высоких скоростей (до

1200м/с). Способ в ряде случаев позволяет получать покрытия с повышенной прочностью сцепления с подложкой и невысокой пористостью.

Однако низкую газопроницаемость покрытий удастся достичь только при очень малой эффективности напыления (низком коэффициенте напыления). Кроме того, эти способы сравнительно дороги и технически сложны, так как для их реализации необходимо использовать дорогостоящие газы (например, гелий) и высокие давления рабочего газа (15-20 атм). Это значительно увеличивает стоимость оборудования и усложняет технологию нанесения покрытий. Поэтому эти способы мало используются в промышленности.

В другом известном способе покрытия получают путем ускорения газовым потоком, предварительно подогретым до 20-320°C, механической смеси частиц (патент РФ № 2082823, кл. С 23 С 24/04, заявл. 17.06.91, опубл. 27.06.97, БИ 18). В данном способе существенно ограничена температура подогрева газа и скорость газового потока (число Маха меньше 2). В силу этого указанный способ не обеспечивает возможность формирования с высокой производительностью высокогерметичных покрытий.

Известен также получения покрытий путем использования металлического порошка, состоящего из нескольких компонентов, и ускоряемого до сверхзвуковых скоростей в потоке газа-носителя, нагретого до температуры 0,3-0,9 температуры начала образования жидкой фазы (патент РФ № 2062820, кл. С 23 С 24/04, заявл. 20.05.94, опубл. 27.06.96, БИ 18). При этом, используя, в частности, смесь меди с цинком, удастся получать хорошую электропроводность и износостойкость покрытий. Существенным недостатком этого способа является то, что получаемые покрытия имеют низкую прочность сцепления с подложкой, а технология получения покрытия усложнена необходимостью его нанесения под определенным углом к поверхности.

Таким образом, с помощью известных способов практически невозможно обеспечить эффективное получение покрытий, имеющих низкую газопроницаемость (высокую герметичность) и высокую прочностью сцепления с основой.

Наиболее близким к заявляемому решению является способ получения покрытий, включающий ускорение в сверхзвуковом сопле потоком предварительно нагретого воздуха и нанесение на поверхность изделия порошкового материала, содержащего механическую смесь керамического и металлического порошков. В этом способе осуществляется предварительный нагрев сжатого воздуха (100-350°C), формирование в сверхзвуковом сопле высокоскоростного воздушного потока и ускорение этим потоком порошкового материала. Все это позволяет получать покрытия с высокой прочностью сцепления с подложкой и низкой пористостью при относительно невысоких затратах (Патент РФ № 2038411, кл. С 23 С 4/00, заявл. 17.11.93, опубл. 27.06.95, БИ 18).

Однако и этот способ при достаточно высокой производительности не обеспечивает высокую герметичность покрытий, особенно при нанесении тонкослойных покрытий. При такой технологии, несмотря на низкую пористость, тонкослойные покрытия, во многих случаях не являются полностью газонепроницаемыми.

Задачей заявляемого решения является улучшение качества покрытий, а именно, снижение их газопроницаемости, при обеспечении высокой прочности сцепления покрытия с подложкой и производительности (эффективности) процесса.

Поставленная задача достигается тем, что в известном способе получения покрытий, включающем ускорение в сверхзвуковом сопле потоком предварительно нагретого воздуха и нанесение на поверхность изделия порошкового материала, содержащего механическую смесь керамического и металлического порошков, в качестве металлического порошка

используют смесь порошков, по крайней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-60% от общего веса металлического порошка, при этом воздух предварительно нагревают до температуры 400 – 700 °С.

В зависимости от материала подложки и условий эксплуатации покрытия в металлическом порошке наряду с порошком цинка используют, в частности, порошок алюминия, меди или их механическую смесь.

В качестве керамического порошка целесообразно использовать порошки, имеющие размер частиц 5-50 мкм.

В качестве керамического порошка наиболее целесообразно использовать порошки оксида алюминия, карбида кремния или их смеси.

Сравнительный анализ показал, что заявляемый способ отличается от прототипа тем, что используется металлический порошок, содержащий порошок цинка в количестве 20-60%, а также тем, что сжатый воздух подогревают до более высокой температуры, а именно, до 400-700°С.

Сущность заявляемого способа состоит в следующем.

Хорошо известно, что при использовании для нанесения покрытий смеси порошков разных металлов можно получать специальные требуемые свойства покрытий, например, повышенную износостойкость или электропроводность покрытий (патент РФ № 2062820, кл. С 23 С 24/04, заявл. 20.05.94, опубл. 27.06.96, БИ 18).

Поскольку газопроницаемость покрытий зависит в основном от структуры границ между частицами в покрытии, то для получения более плотного контакта между частицами можно было бы в состав напыляемого порошкового материала включить металл, обладающий высокой пластичностью, например цинк, как один из наиболее дешевых и доступных. Однако, как показывает практика газотермического напыления покрытий (Хасуй А., Техника напыления, М.: Машиностроение, 1975, с. 176), цин-

115 ковые покрытия отличаются повышенной газопроницаемостью по сравнению, например, с алюминиевыми покрытиями.

Тем не менее, у покрытий, получаемых газодинамическими методами, структура границ между частицами может сильно отличаться от аналогичной структуры у типичных газотермических методов. Поэтому  
120 использование цинка могло дать положительный результат. Однако в литературе на момент создания данного изобретения отсутствовала какая-либо информация о том, способствует ли присутствие цинка в напыляемом газодинамическими методами порошковом материале уменьшению газопроницаемости покрытий и какое количество цинка должно присутствовать в порошковом материале для обеспечения хорошей герметичности  
125 покрытия и высокой прочности его сцепления с подложкой.

Точно также была неизвестна информация и об оптимальном диапазоне температур нагрева сжатого газа, которым ускоряются частицы порошка. Исходя из того, что с повышением температуры пластичность  
130 цинка увеличивается (что должно способствовать получению более тесных границ между частицами в покрытии), температуру газа следовало бы повышать. Тем не менее, существующий опыт (Патент РФ № 2062820, кл. С 23 С 24/04, заявл. 20.05.94, опубл. 27.06.96, БИ 18) показывал, что при использовании порошковой смеси, содержащей цинк, при температуре газа 400°C и выше происходит интенсивное налипание порошка на  
135 стенки сопла.

Таким образом, заранее было неизвестно и неочевидно, в какой степени присутствие цинка в покрытии будет способствовать уменьшению его газопроницаемости, какое количество цинка в порошковом материале и какая температура подогрева рабочего газа являются оптимальными для получения герметичных покрытий с низкой газопроницаемостью и высокой прочностью сцепления с подложкой (основой).  
140

Для получения ответов на эти вопросы были проведены специальные исследования. Было, в частности, обнаружено, что герметичность покрытий лишь в небольшой степени зависит от пористости покрытий. При низких значениях пористости, типичных для газодинамических покрытий, более важную роль играет структура границ (сплошность) между отдельными частицами, формирующими покрытие. Для получения покрытия с низкой газопроницаемостью необходимо обеспечить плотное примыкание частиц друг к другу, наиболее полное заполнение всех микрозазоров (практически не влияющих на пористость) на границах между частицами.

Оказалось, что добавление в напыляемый порошковый материал цинкового порошка значительно уменьшает газопроницаемость покрытий. При этом было обнаружено, что увеличение температуры сжатого воздуха также способствует уменьшению газопроницаемости покрытий.

В результате проведенных исследований было обнаружено, что присутствие цинка в напыляемом порошковом материале при количестве менее 20% от общей массы металлического порошка обеспечивает лишь незначительное уменьшение газопроницаемости. При содержании цинка более 60% начинает значительно уменьшаться прочность сцепления покрытия с основой. Это обусловлено тем, что прочих равных условиях чисто цинковые покрытия обладают меньшей прочностью сцепления с подложкой, чем, в частности, чисто алюминиевые.

При напылении покрытий воздух перед подачей в сверхзвуковое сопло предварительно подогревают, увеличивая тем самым температуру сверхзвукового воздушного потока, которым порошок ускоряют в сверхзвуковом сопле. При этом, в зависимости от того, в какую часть сопла вводится порошок (в дозвуковую или сверхзвуковую), температуру подогрева воздуха выбирают так, чтобы частицы цинка, эффективно ускоряясь в сопле, одновременно разогревались потоком воздуха и увеличи-



вали свою пластичность. Эксперименты показали, что оптимальными температурами, до которых необходимо разогреть сжатый воздух перед подачей его в сверхзвуковое сопло, являются 400-700°C. Тогда при соударении с предыдущим слоем покрытия частицы цинка, разогретые и обладающие высокой скоростью и пластичностью, формируют более обширные пятна контакта с другими частицами, легче заполняют все микроуглубления на поверхности предыдущего слоя покрытия и микрозазоры между ранее закрепившимися частицами.

При более низкой температуре подогрева воздуха частицы цинка не успевают разогреться в сопле и остаются в малопластичном состоянии. При соударении таких частиц с покрытием (предыдущим слоем частиц), на границах между частицами остаются микрозазоры и не образуется достаточно сплошной и плотной структуры границ между частицами в покрытии. Причем наличие или отсутствие подобной структуры границ практически не влияет на пористость покрытия. Кроме того, при уменьшении температуры подогрева воздуха уменьшается скорость воздушного потока, а следовательно, и скорость частиц порошка, что ведет к снижению вероятности закрепления частиц на подложке и, таким образом, к повышенному расходу порошкового материала, увеличению времени нанесения покрытия и уменьшению производительности процесса.

При более высокой температуре подогрева воздуха на поверхности подложки начинают закрепляться и те частицы металла, которые в процессе удара по разным причинам деформировались слабо. При более низкой температуре они не закреплялись на поверхности, а улетали, или легко сбивались с поверхности другими частицами. В случае закрепления таких частиц на поверхности подложки уменьшается прочность сцепления этого покрытия с подложкой. Кроме того, при чрезмерном повышении температуры подогрева воздуха цинковые частицы могут размягчаться настолько, что сильно увеличится вероятность налипания этих

частиц на внутренние стенки сопла, несмотря на присутствие в порошке керамических частиц.

Керамические частицы при взаимодействии с подложкой очищают ее от загрязнений и создают развитый микрорельеф поверхности, что  
205 обеспечивает увеличение прочности сцепления покрытия с подложкой. Кроме того, эти частицы ударяют по закрепившимся металлическим частицам и, вследствие высокой твердости керамики, дополнительно их деформируют и прессуют, уменьшая пористость покрытия и увеличивая площадь границ контакта между частицами в покрытии. Очень важным  
210 является и то, что частицы керамики в процессе движения в сопле очищают стенки сопла от налипающих на них частиц металла. Это позволило существенно увеличивать температуру рабочего газа, не опасаясь налипания частиц на стенки сопла.

Примеры конкретного использования приведены в таблице, в которой для сравнения показаны усредненные измерения различных характеристик покрытий, полученных заявляемым способом, при напылении порошков имеющих различный состав. Покрытия наносились с помощью устройства для газодинамического нанесения покрытий, обеспечивающего нагрев сжатого воздуха, подачу его в сверхзвуковое сопло, введение в  
220 сверхзвуковой поток и ускорение этим потоком порошкового материала. Содержание металлов приведено в процентах от общего веса металлического порошка в порошковом материале. Содержание керамического материала (оксида алюминия) везде составляло 30% от общего веса порошкового материала. Газопроницаемость измерялась на одинаковых образцах при толщине покрытия около 0,5 мм и перепаде давления 20 атм. Прочность сцепления покрытия с подложкой (адгезия) измерялась штифтовым методом.

Таблица

230

| Алюми-<br>ний<br>% | Медь<br>% | Цинк<br>% | Температу-<br>ра воздуха,<br>°C | Адгезия,<br>Мпа | Газопрони-<br>цаемость,<br>10 <sup>-3</sup> л/час | Порис-<br>тость<br>% |
|--------------------|-----------|-----------|---------------------------------|-----------------|---|----------------------|
| 100                | 0         | 0         | 600                             | 58              | 3   | 8                    |
| 80                 |           | 20        | 600                             | 50              | 0,05  | 5                    |
| 40                 |           | 60        | 600                             | 32              | <0,01   | 3                    |
| 60                 |           | 40        | 600                             | 41              | <0,01   | 3                    |
| 60                 |           | 40        | 400                             | 55              | 0,02  | 4                    |
| 60                 |           | 40        | 700                             | 35              | 0,01  | 5                    |
| 0                  | 50        | 50        | 600                             | 35              | 0,01  | 4                    |
| 20                 | 50        | 30        | 600                             | 45              | <0,01   | 4                    |
| 0                  | 80        | 20        | 600                             | 33              | 0,2   | 6                    |

Из таблицы видно, что наилучший результат достигается при со-  
 235 держании цинка в порошковом материале в количестве 20-60% от веса  
 металлического порошка и при предварительном подогреве сжатого воз-  
 духа до температуры 400-700°C.

Приведенные выше примеры конкретного использования показали,  
 что при реализации способа получают покрытия, обладающие низкой  
 газопроницаемостью и хорошей прочностью сцепления с подложкой.

Для получения качественных покрытий целесообразно использо-  
 240 вать в качестве керамического материала порошок керамики с частицами  
 размером 5-50 мкм. Если размер частиц керамики в порошке меньше  
 около 5 мкм, то они быстро тормозятся в заторможенном слое воздуха  
 перед подложкой. Имея низкую скорость соударения с подложкой, такие  
 частицы плохо очищают поверхность подложки и слабо уплотняют по-  
 245 крытия. При размере частиц более около 50 мкм - эффект противополож-  
 ный. Такие частицы производят слишком большой эрозионный эффект,  
 не только уплотняют формируемое покрытие, но и срезают большую его

часть. Это в итоге приводит к снижению эффективности процесса напыления в целом.

250 В качестве керамического материала удобно использовать карбид кремния или смесь карбида кремния с оксидом алюминия. Карбид кремния является более дорогим. Однако при высокоскоростных соударениях с подложкой частицы порошка карбида кремния светятся, давая, таким образом, возможность наблюдать пятно напыления. При выполнении  
255 различных работ (например, ремонтных) такая визуализация является очень удобной.

Способ отличается простотой, дешевизной, его можно использовать для ремонта различных изделий, например, деталей автомобилей, в частности автомобильных кондиционеров.

## ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Способ получения покрытия, включающий ускорение в сверхзвуковом сопле потоком предварительно нагретого воздуха и нанесение на  
5 поверхность изделия порошкового материала, содержащего механическую смесь керамического и металлического порошков, отличающийся тем, что в качестве металлического порошка используют смесь порошков, по крайней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-60% от общего веса металлического порошка, при этом воздух предварительно  
10 нагревают до температуры 400 – 700°C
2. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве порошка другого металла используют порошок алюминия.
3. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве порошка другого металла используют порошок меди.
- 15 4. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве порошка другого металла используют механическую смесь порошков меди и алюминия.
5. Способ по п.1, отличающийся тем, что используется керамический порошок с размером частиц 5-50 мкм.
- 20 6. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве керамического порошка используют оксид алюминия.
7. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве керамического порошка используют карбид кремния.
8. Способ по п.1, отличающийся тем, что в качестве керамического порошка используют механическую смесь порошков оксида алюминия и карбида кремния.  
25

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/RU 01/00350

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C23C 24/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC 7

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7

C23C 24/00, 24/04, 4/00, 4/12, B05D 1/12

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

| Category* | Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages  | Relevant to claim No. |
|-----------|---|-----------------------|
| A         | RU 2062820 C1 (GERSHMAN IOSIF SERGEEVICH et al) 27.06.1996  | 1-8                   |
| A         | RU 2082823 C1 (MOSKOVSKY AVIATIONNY INSTITUT)<br>27.06.1997   | 1-8                   |
| A         | WO 91/19016 A1 (INSTITUT TEORETICHESKOI I PRIKLADNOI<br>MEKHANIKI SIBIRSKOGO OTDELENIYA AKADEMII<br>NAUK SSSR) (12.12.1991) | 1-8                   |
| A         | US 6139913 A (NATIONAL CENTER FOR MANUFACTURING SCIENCES)<br>October 31, 2000   | 1-8                   |

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

Name and mailing address of the ISA/

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

# ОТЧЕТ О МЕЖДУНАРОДНОМ ПОИСКЕ

Международная заявка №

PCT/RU 01/00350

## A. КЛАССИФИКАЦИЯ ПРЕДМЕТА ИЗОБРЕТЕНИЯ:

C23C 24/04

Согласно международной патентной классификации (МПК-7)

## B. ОБЛАСТИ ПОИСКА:

Проверенный минимум документации (система классификации и индексы) МПК-7:

C23C 24/00, 24/04, 4/00, 4/12, B05D 1/12

Другая проверенная документация в той мере, в какой она включена в поисковые подборки:

Электронная база данных, использовавшаяся при поиске (название базы и, если, возможно, поисковые термины):

## C. ДОКУМЕНТЫ, СЧИТАЮЩИЕСЯ РЕЛЕВАНТНЫМИ:

| Категория* | Ссылки на документы с указанием, где это возможно, релевантных частей  | Относится к пункту № |
|------------|--|----------------------|
| A          | RU 2062820 C1 (ГЕРШМАН ИОСИФ СЕРГЕЕВИЧ и др.) 27.06.1996   | 1-8                  |
| A          | RU 2082823 C1 (МОСКОВСКИЙ АВИАЦИОННЫЙ ИНСТИТУТ) 27.06.1997   | 1-8                  |
| A          | WO 91/19016 A1 (ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ПРИКЛАДНОЙ МЕХАНИКИ СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ АКАДЕМИИ НАУК СССР) 12 декабря 1991 (12.12.1991) | 1-8                  |
| A          | US 6139913 A (NATIONAL CENTER FOR MANUFACTURING SCIENCES) October 31, 2000   | 1-8                  |

☐ последующие документы указаны в продолжении графы C.

☐ данные о патентах-аналогах указаны в приложении

\* Особые категории ссылочных документов:

A документ, определяющий общий уровень техники

E более ранний документ, но опубликованный на дату международной подачи или после нее

O документ, относящийся к устному раскрытию, экспонированию и т.д.

P документ, опубликованный до даты международной подачи, но после даты испрашиваемого приоритета

T более поздний документ, опубликованный после даты приоритета и приведенный для понимания изобретения

X документ, имеющий наиболее близкое отношение к предмету поиска, порочащий новизну и изобретательский уровень

Y документ, порочащий изобретательский уровень в сочетании с одним или несколькими документами той же категории

& документ, являющийся патентом-аналогом

Дата действительного завершения международного поиска: 25 декабря 2001 (25.12.2001)

Дата отправки настоящего отчета о международном поиске: 10 января 2002 (10.01.2002)

Наименование и адрес Международного поискового органа:  
Федеральный институт промышленной собственности

Россия, 121858, Москва, Бережковская наб., 30-1  
Факс: 243-3337, телетайп: 114818 ПОДАЧА

Уполномоченное лицо:

И. Пойменова

Телефон № (095)240-25-91





(12) МЕЖДУНАРОДНАЯ ЗАЯВКА, ОПУБЛИКОВАННАЯ В СООТВЕТСТВИИ С  
ДОГОВОРом О ПАТЕНТНОЙ КООПЕРАЦИИ (РСТ)

ИСПРАВЛЕННЫЙ ВАРИАНТ

(19) ВСЕМИРНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
Международное бюро



(43) Дата международной публикации:  
4 июля 2002 (04.07.2002)

РСТ

(10) Номер международной публикации:  
WO 02/052064 A1

(51) Международная патентная классификация<sup>7</sup>:  
C23C 24/04

(21) Номер международной заявки: PCT/RU01/00350

(22) Дата международной подачи:  
23 августа 2001 (23.08.2001)

(25) Язык подачи: русский

(26) Язык публикации: русский

(30) Данные о приоритете:  
2000122331 25 августа 2000 (25.08.2000) RU

(71) Заявитель (для всех указанных государств, кроме  
(US): ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТ-  
ВЕТСТВЕННОСТЬЮ ОБНИНСКИЙ ЦЕНТР  
ПОРОШКОВОГО НАПЫЛЕНИЯ [RU/RU];  
249020 Калужская обл., Обнинск, ул. Курчатова,  
д.21, оф. 114 Б (RU). [OBSHESTVO S OGRA-  
NICHENNOI OTVETSTVENOSTIJU OBNINSKY  
TSENTR POROSHKOVOGO NAPIYENIYA  
Obninsk (RU)].

(72) Изобретатели; и

(75) Изобретатели/Заявители (только для (US):  
КАШИРИН Александр Иванович [RU/RU];  
249034 Калужская обл., Обнинск пр. Маркса д. 51

кв. 87 (RU). [KASHIRIN, Aleksandr Ivanovich,  
Obninsk (RU)]. КЛЮЕВ, Олег Федорович [RU-  
/RU]; 249020 Калужская обл., Обнинск, ул.  
Кончаловского, д. 7 кв. 35 (RU) [KLJUEV, Oleg  
Fedorovich, Obninsk (RU)]. ШКОДКИН  
Александр Викторович [RU/RU]; 249020  
Калужская обл., Обнинск ул. Гагарина д. 63, кв 41  
(RU) [SHKODKIN, Aleksandr Viktorovich,  
Obninsk (RU)]

(74) Агент: ВЕЛИЧКО Наталья Николаевна; 249020  
Калужская обл., Обнинск а/я 452 (RU)  
[VELICHKO Natalja Nikolaevna, Obninsk (RU)]

(81) Указанные государства (национально): AL, AU,  
BA, BB, BG, BR, CA, CN, CU, CZ, EE, GD, GE,  
HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KP, KR, LC, LK, LR,  
LT, LV, MG, MK, MN, MX, NO, NZ, PL, RO, SG,  
SI, SK, SL, TR, TT, UA, US, VN, YU.

(84) Указанные государства (регионально): ARIPO па-  
тент (GH, GM, KE, LS, MW, SD, SL, SZ, TZ, UG,  
ZW), евразийский патент (AM, AZ, BY, KG, KZ,  
MD, RU, TJ, TM), европейский патент (AT, BE,  
CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU,  
MC, NL, PT, SE), патент ОАПИ (BF, BJ, CF, CG,  
CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,  
TG).

[Продолжение на след. странице]

(54) Title: COATING METHOD

(54) Название изобретения:

(57) Abstract: The method is intended for applying metallic or metal-ceramic coatings to a product surface, particularly during the manufacture and repair of pressurised articles and products which require increased corrosion resistance, heat resistance and other qualities. The method comprises preliminary heating of compressed air to a temperature of from 400 to 700°C, forming a high-velocity air flow in a supersonic nozzle, accelerating by this flow and applying to a product surface a powder material which is a mechanical mixture of at least two metals, one of which is zinc powder in an amount of from 20 to 60 % of the metal powder total weight. The presence of zinc in the powder material and heating of compressed air up to said temperature assure high-efficient production of coatings having low gas-permeability and high coating-to-substrate bond strength. (8 Claims).

[Продолжение на след. странице]

## Опубликована

*С отчётом о международном поиске.*

## Предыдущий исправлении:

См. Бюллетень РСТ № 30/2003 от 24 июля 2003, Раздел II

(48) Дата публикации настоящего исправленного варианта: 21 августа 2003

## (15) Информация об исправлении:

См. Бюллетень РСТ № 34/2003 от 21 августа 2003, Раздел II

*В отношении двухбуквенных кодов, кодов языков и других сокращений см. «Пояснения к кодам и сокращениям», публикуемые в начале каждого очередного выпуска Бюллетеня РСТ.*

---

(57) Реферат: Способ предназначен для получения металлических покрытий на поверхности изделий, в частности при изготовлении и ремонте изделий, требующих герметичности, повышенной коррозионной стойкости, жаростойкости и других качеств. Способ включает в себя предварительный нагрев сжатого воздуха до температуры 400 – 700°C, формирование в сверхзвуковом сопле высокоскоростного воздушного потока, ускорение этим потоком и нанесение на поверхность изделия порошкового материала, представляющего собой механическую смесь керамического металлического порошков, причем в качестве металлического порошка используют смесь порошков, по крайней мере, двух металлов, один из которых порошок цинка в количестве 20-60% от общего веса металлического порошка. Наличие в порошковом материале цинка и нагрев сжатого воздуха до указанной температуры обеспечивают получение с высокой производительностью покрытий, обладающих низкой газопроницаемостью и высокой прочностью сцепления с подложкой. 8 п.ф.